

7. Дмитриченко, М. Ф. Системологія на транспорті [Текст]. Кн. IV. Організація дорожнього руху: підручник / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін.; під заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. — К.: Знання України, 2007. — 452 с.
8. Мишури, В. М. Психофизиологические основы труда водителей автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В. М. Мишури, А. Н. Романов, Н. А. Игнатов. — М.: МАДИ, 1982. — 254 с.
9. Johannsen, G. Nebenaufgaben als Beanspruchungsmessverfahren in Fahrzeugföhrungsaufgaben [Text] / G. Johannsen // Zeitschrift für Arbeitswissenschaft. — 1976. — № 30. — P. 45–50.
10. Давідіч, Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія [Текст] / Ю. О. Давідіч. — Харків: ХНАДУ, 2006. — 292 с.
11. Crave, I. E. Pilot's fatigue and emotional problems [Text] / I. E. Crave // Fright Mag. — 1972. — № 2. — P. 161–170.
12. Hale, H. B. Physiologic stress during 50 hour double shift missions in C-141 aircraft [Text] / H. B. Hale, B. O. Hartman, D. A. Datz // Aerospace Med. — 1972. — № 3. — P. 138–148.
13. Полев, Н. У. Модель влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя [Текст] / Н. У. Полев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 2/6(50). — С. 73–75. — Режим доступа: \www/URL: http://journals.urau.ua/eejet/article/view/1815
14. Френкель, А. А. Многофакторные корреляционные модели производительности труда [Текст] / А. А. Френкель. — М.: Экономика, 1966. — 96 с.
15. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе [Текст] / Р. М. Баевский, О. Н. Кирilloв, С. З. Клецкин. — М.: Наука, 1984. — 222 с.
16. Митропольский, А. К. Техника статистических вычислений [Текст] / А. К. Митропольский. — М.: Наука, 1971. — 576 с.
17. Вознесенский, В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях [Текст] / В. А. Вознесенский. — М.: Финансы и статистика, 1981. — 264 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДИТЕЛЯ

Обоснована необходимость оценки влияния транспортной пробки на состояние водителя. Рассмотрены факторы, которые влияют на функциональное состояние водителя в транс-

портном заторе. Составлена регрессионная модель оценки психофизиологического состояния водителя в транспортной пробке. Оценены статистические характеристики полученного регрессионного уравнения. Проведено сравнение влияния условий транспортной пробки на группы водителей по типу нервной системы.

Ключевые слова: регрессионное уравнение, психофизиологическое состояние, транспортная пробка, транспортная система, показатель активности регуляторных систем.

Полев Низами Уруджевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. О. М. Бекетова, Украина, e-mail: ngulev@mail.ru.

Доля Виктор Константинович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. О. М. Бекетова, Украина.

Литомир Евгений Викторович, ассистент, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. О. М. Бекетова, Украина, e-mail: last1785@mail.ru.

Полев Низами Уруджевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Украина.

Доля Виктор Константинович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Украина.

Литомир Евгений Викторович, ассистент, кафедра транспортных систем и логистики, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Украина.

Gulev Nizami, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: ngulev@mail.ru.

Dolya Victor, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine.

Litomin Eugene, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: last1785@mail.ru

УДК 678.027.3

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.41558

Найда А. М.

РЕЛАКСАЦІЯ НАПРУЖЕНЬ ТРУБ З ПВХ-О НА УСТАНОВЦІ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРУБ З ПВХ-О

В межах статті запропонований спосіб для отримання труб з ПВХ-О, що містить: пристрій для протяжки труб; пристрій для формування другого зовнішнього діаметру; пристрій калібрування зовнішнього діаметру труб. Визначено, при яких мінімальних швидкостях протяжки релаксація напружень в трубі при виробництві труб з ПВХ-О проходить швидше. Визначені оптимальні технологічні параметри.

Ключові слова: полімерний матеріал, труба з ПВХ-О, труба з ПВХ, полівінілхлорид, релаксація напружень.

1. Вступ

Деякі десятиліття системи внутрішньої і зовнішньої водопровідної системи монтувались із сталених оцинкованих труб. Сьогодні їх введено витісняють полімерні труби, зокрема труби із непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ). В даний час найкращим шля-

хом вирішення проблеми є напрям випуску труб ПВХ з молекулярною орієнтацією або труби з орієнтованого ПВХ (ПВХ-О).

Труби з орієнтованого ПВХ — найдосконаліші труби для транспортування води під тиском, які на сьогоднішній день доступні на ринку. Беручи до уваги, що ПВХ-О проявляє виняткову втому міцність і дуже

хорошу хімічну стійкість, подібно до традиційного ПВХ, що не буде перебільшенням сказати, що цей тип труб здатний витримувати роботу під тиском більше сотні років. ПВХ-О труби стійкі до удару. Завдяки цій якості при падінні труби або в результаті падіння на неї каменя в процесі монтажу або при випробуванні руйнування труби не відбувається. Крім того, молекулярна орієнтація запобігає поширенню тріщин і подрипин і виключає небезпеку швидкого поширення тріщини. Як результат — помітне збільшення терміну служби труб.

На підставі всього цього можна говорити про те, що ПВХ-О труби є найкращим рішенням для застосування в мережах водопостачання, що працюють під високим і середнім тиском, в зрошувальних системах, системах пожежогасіння та насосних системах, а також в інших областях. Це є майбутнє водопровідного транспорту України.

На Україні відсутні технології виготовлення труб з ПВХ-О. Тому слід розробити і впровадити установки виробництва труб з ПВХ-О. Але не тільки розробити установки, а також визначити на них оптимальні параметри технологічного процесу, при яких труба з ПВХ-О буде мати кращі характеристики, ніж аналогічна труба з НПВХ.

2. Аналіз літературних даних

Методи визначення характеристик і властивостей труб з полівінілхлориду, викладені в стандартах [1–4]. Теоретичні основи з залежностей властивостей і характеристик від вимог до виробів з полівінілхлориду, умов переробки розглянуто в наукових працях Тутова І. І., Костиркіної Г. І. [5], Гусева В. В. [6], Мінскера К. С., Заикова Г. Є. [7], Уїлки Ч. [8], Володіна В. П. [9], Уїлоубі [10], Робейнс Дж. [11], були використані при проведенні досліджень.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження — труба з полівінілхлориду, отримана методом молекулярної орієнтації.

Метою статті є створення установки для отримання труб з ПВХ-О, що містить: пристрій для протяжки труб; пристрій для формування другого зовнішнього діаметру; пристрій калібрування зовнішнього діаметру труб; визначення, при яких мінімальних швидкостях протяжки релаксація напружень в трубі при виробництві труб з ПВХ-О проходить швидше, визначення оптимальних значень таких технологічних параметрів, як швидкість протяжки, температура нагріву труби, що призводить до релаксації напружень в трубі ПВХ-О при її виготовленні.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Створити установку для отримання труб з ПВХ-О.
2. Провести дослідження труб з ПВХ-О на визначення оптимальних технологічних параметрів її виготовлення.

3. Дослідити напруження, що виникають при виготовленні труб з ПВХ-О.

4. Результати дослідження напружень труб з ПВХ-О

При будь-якому зовнішньому впливі на систему, що знаходиться в рівновазі, в ній відбувається перебудова, що приводить до зміни всіх її властивостей, що прагнуть до значень, відповідним нового стану рівноваги (рис. 1).

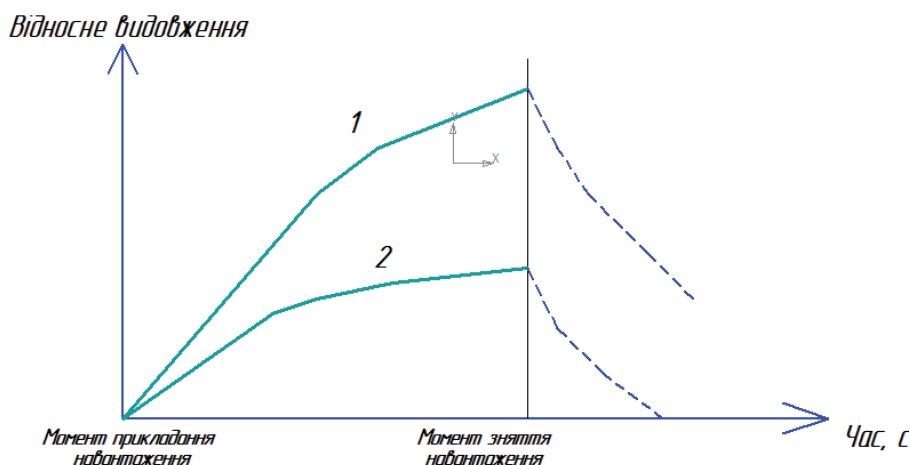


Рис. 1. Зміна відносного видовження аморфного полімеру при $\sigma = \text{const}$: 1 — лінійний полімер; 2 — тримірний полімер

Для низькомолекулярних речовин тривалість цих перебудов складає 10^{-8} – 10^{-10} с. В основі цих перебудов лежить тепловий рух. В полімерах для здійснення конформаційних переходів потрібен час, який залежить від молекулярної маси, міжмолекулярних взаємодій, температури.

Всі явища, пов'язані з переходом систем з нерівноважних станів у рівноважні в результаті теплового руху кінетичних одиниць, називаються релаксацийними.

За швидкість релаксації зазвичай приймають величину, що зворотна часу $1/\tau$, необхідного для зміни властивостей системи в e разів, порівняно з вихідним станом.

Релаксацію полімерів вивчають шляхом реєстрації якоїсь властивості (високоеластичної деформації, діелектричної постійної, і т. д.) полімерної системи в часі:

$$y = y_0 e^{-t/\tau}, \quad (1)$$

де t — період часу, протягом якого параметр змінюється від y_0 до y ; τ — час релаксації системи.

На установці для виготовлення труб з ПВХ-О (рис. 2) вимірювання релаксації проводили за методом релаксації напружень. Для цього на трубу з НПВХ діаметром 110 і товщиною стінки 2,7 мм, поз. 7 (рис. 3) наносилися датчики тензовимірювальної апаратури горизонтально (розміщені 1, 3, 5) і вертикально (розміщені 2, 4, 6).

Використовували тензометричний вимірювальний перетворювач, що являв собою параметричний резистивний перетворювач, який перетворює деформацію твердого тіла, викликану дією на нього механічного напруження, в електричний сигнал.

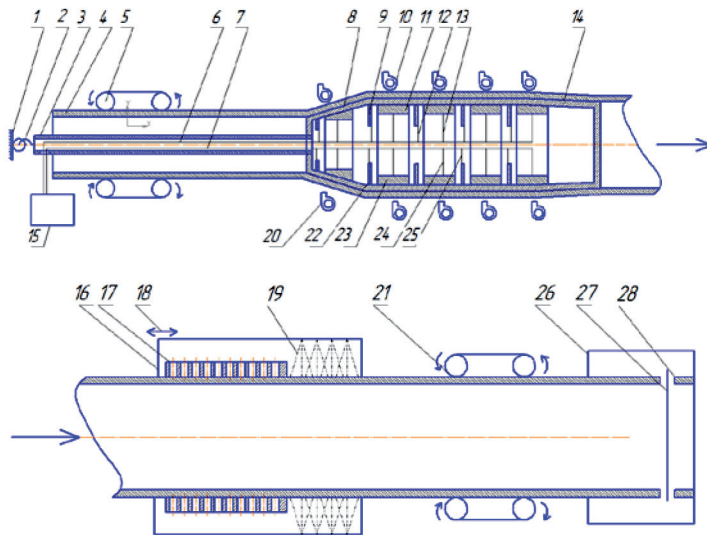


Рис. 2. Установка для изготовления труб из ПВХ-О:

1 — неподвижная опора; 2 — крепежный элемент; 3 — трубка-держатель; 4 — трубка из ПВХ; 5 — первый тянущий прибор; 6, 7 — кабели; 8 — концевая оправа; 9 — датчик температуры; 10 — воздушный обогреватель; 11 — нагревательный элемент; 12 — кабель связи; 13 — кабель питания; 14 — спадная часть концевой оправки; 15 — блок управления; 16 — вакуумная ванна; 17 — калибр; 18 — перемещатель; 19 — форсунки охлаждения; 20 — воздушный обогреватель; 21 — второй тянущий прибор; 22 — датчик температуры; 23 — нагревательный элемент; 24 — кабель питания; 25 — кабель связи; 26 — измерительный прибор; 27 — измерительный элемент; 28 — трубка из ПВХ-О, после отрезки

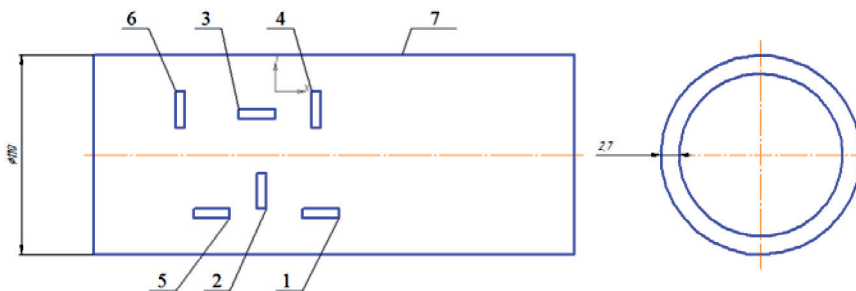


Рис. 3. Схема нанесения датчиков тензовимирювальної апаратури на трубу з НПВХ:

1, 5, 3 — горизонтальні датчики; 2, 4, 6 — вертикальні датчики; 7 — труба з ПВХ-О

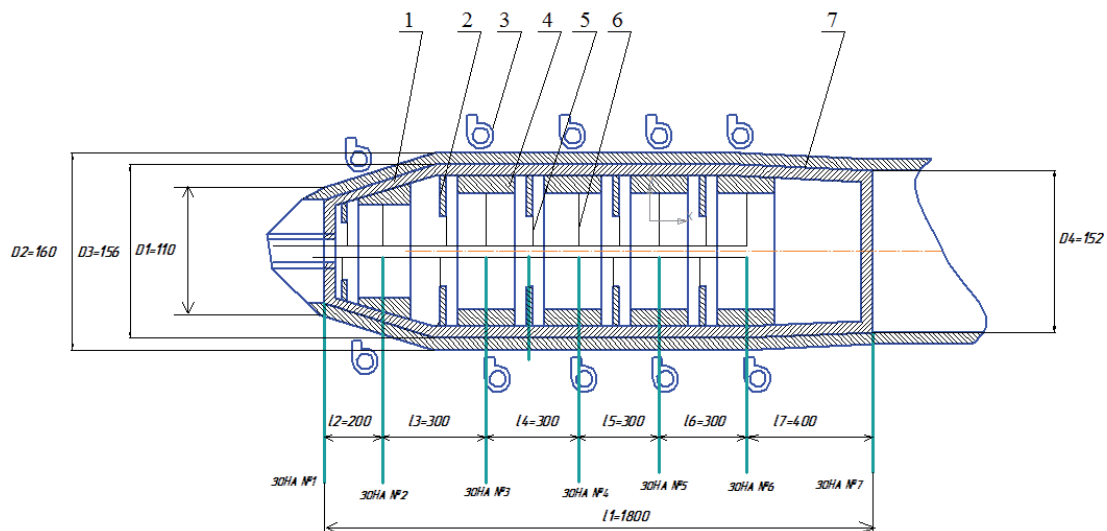


Рис. 4. Схема розміщення зон випробовування тензодатчиками:

1 — концевая оправа; 2 — датчик температуры; 3 — воздушный обогреватель; 4 — нагревательный элемент; 5 — кабель связи; 6 — кабель питания; 7 — спадная часть концевой оправки

Резистивний тензодатчик представляє собою підставку із закріпленням на ньому чутливим елементом. Принцип вимірювання деформацій за допомогою тензометричного перетворювача полягає в тому, що при деформації змінюється активний опір тензорезистора. Тензометричний вимірювальний перетворювач конструктивно являє собою тензорезистор, чутливий елемент якого виконаний з тензочутливого матеріалу (дроту, фольги та ін.), закріплений за допомогою клею на трубі. Для приєднання чутливого елемента в електричний ланцюг в тензорезисторах є вивідні провідники.

Після нанесення датчиків і підключення їх до тензовимірювальної апаратури, з НПВХ труби на установці (рис. 4) робили трубу ПВХ з регульованою температурою, але з різними швидкостями витяжки і знімали параметри з датчиків. Трубу протягували через концеву оправку 1 таким чином, щоб датчики ніде не контактували з різними елементами установки і знімали покази до того, як труба зійде з оправки 1 перед вакуумною ванною (рис. 4). В кожній зоні знімали покази датчиків тензометрії. Розташування датчиків на трубі зображено на рис. 3.

Зміна напружень при виготовленні з труби НПВХ труби ПВХ-О, її релаксація зображені на графіках рис. 5–10.

Аналізуючи вищенаведені графіки (рис. 5–10) видно, що релаксація напружень в трубі при виробництві труб з ПВХ-О проходить швидше при мінімальних швидкостях протяжки, в результаті чого застосування вакуумної ванни після концевой оправки може буди не обов'язковим, однак враховуючи те, що швидкість випуску труби

повинна бути достатньою для промислових масштабів, звичайно для цього слід застосовувати вакуумну ванну, де йде подальше формування зовнішнього діаметру труби і закінчення релаксаційних процесів в трубі. Отже, цим випробовуванням доведено необхідність включення в склад технологічної лінії випуску труб з ПВХ-О додаткової вакуумної ванни після конічної оправки, а також визначено динаміку зміни напружень в трубі при різних швидкостях витяжки труби.

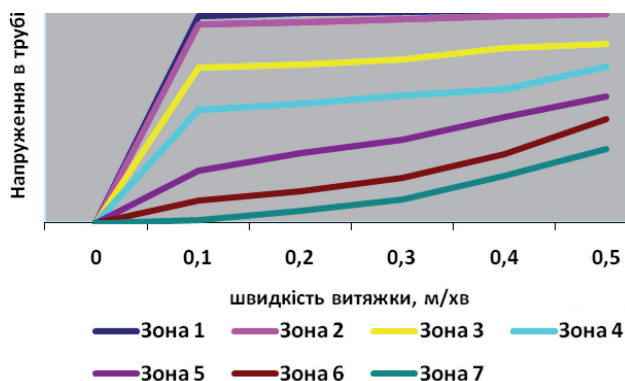


Рис. 5. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 1

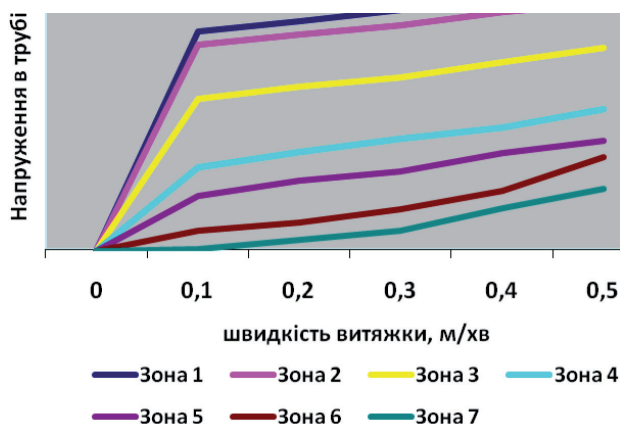


Рис. 6. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 2

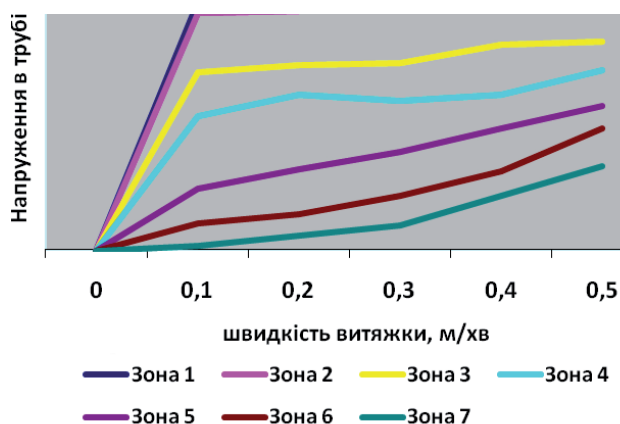


Рис. 7. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 3

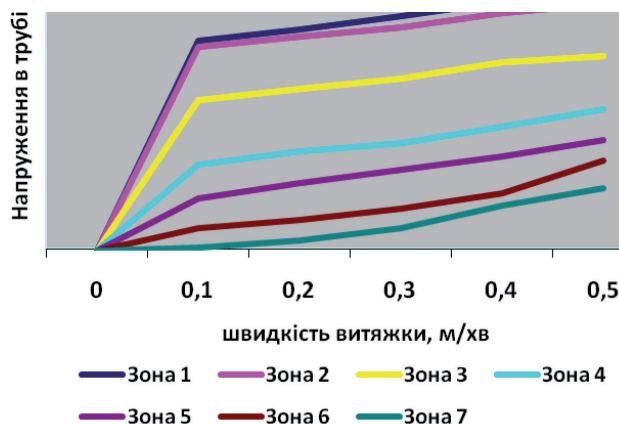


Рис. 8. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 4

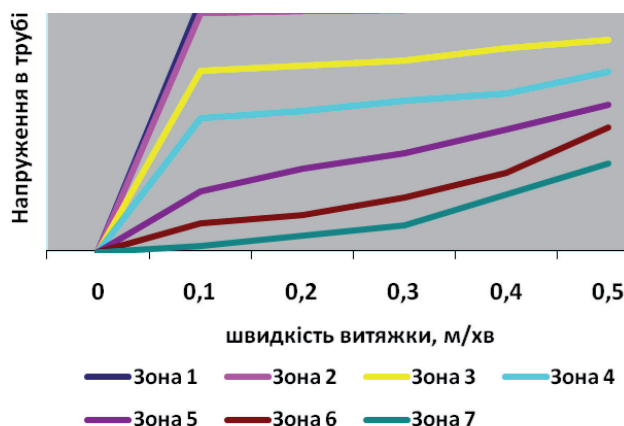


Рис. 9. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 5

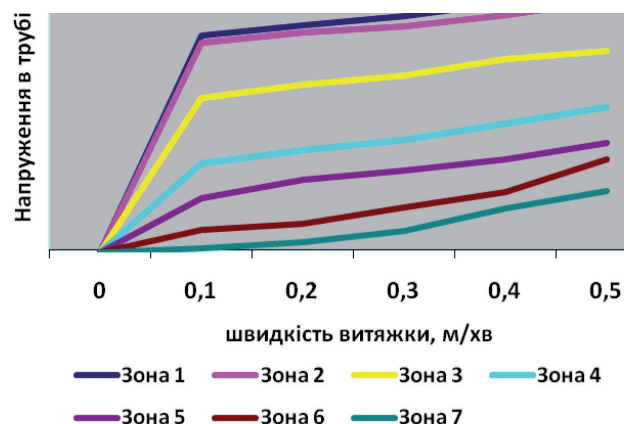


Рис. 10. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 6

5. Обговорення результатів дослідження напружень труб з ПВХ-О

Перевага дослідження полягають у визначенні оптимальних параметрів виробництва труб з ПВХ-О на створеній установці; недоліком є складність її виготовлення.

Дане дослідження корисне тим, що проектні організації, керуючись даними досліджень зможуть проводити проектування мінімально необхідного обладнання для виготовлення труб з ПВХ-О.

Дослідження є новими і далі вони будуть вдосконалюватись.

6. Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Створена установка отримання труб з полівінілхлориду, що містить:

- пристрій для протяжки труб;
- пристрій для формування другого зовнішнього діаметру;

— пристрій калібрування зовнішнього діаметру труб, який відрізняється тим, що в пристрої для формування другого зовнішнього діаметру додатково включений вузол нагріву оправки зсередини з допомогою нагрівальних елементів, що регулюються з блоку керування і вузол кінцевого формування в калібрі вакуумної ванни, що знаходиться за оправкою і має можливість повздовжнього регулювання відстані калібрування.

2. Визначені оптимальні значення таких технологічних параметрів, як швидкість протяжки, температура нагріву труби, що призводить до релаксації напружень в трубі ПВХ-О при її виготовленні.

3. Визначено, що релаксація напружень в трубі при виробництві труб з ПВХ-О проходить швидше при мінімальних швидкостях протяжки, в результаті чого застосування вакуумної ванни після кінчної оправки може бути не обов'язковим, однак враховуючи те, що швидкість випуску труби повинна бути достатньою для промислових масштабів, звичайно для цього слід застосовувати вакуумну ванну, де йде подальше формування зовнішнього діаметру труби і закінчення релаксаційних процесів в трубі.

Література

1. ДСТУ Б.В.2.7-147:2007. Труби з непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для холодного водопостачання. Технічні умови [Текст]: Національний стандарт України. — К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва, 2007. — 88 с.
2. ISO 9969:1995. Thermoplastics pipes — Determination of ring stiffness [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/00487717>
3. EN 744: 1995. Plastics piping and ducting systems. Thermoplastics pipes. Determination of resistance to external blows by the staircase method [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/00650491>
4. EN 1452-1:1999. Plastics piping systems for water supply. Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U). General [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/02151876>
5. Тугов, И. И. Химия и физика полимеров [Текст] / И. И. Тугов, Г. И. Костыркина. — М.: Химия, 1989. — 432 с.
6. Гусев, В. В. Исследование и разработка композиционных материалов на основе поливинилхлорида [Текст]: дисс. ... д. т. н. / В. В. Гусев. — М., 1979. — 36 с.
7. Минский, К. С. Достижения и задачи исследований в области старения и стабилизации ПВХ [Текст] / К. С. Минский, Г. Е. Заиков // Пластические массы. — 2001. — № 4. — С. 27–35.
8. Уилки, Ч. Поливинилхлорид [Текст] / Ч. Уилки, Дж. Саммерс, Ч. Даниэлс; пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. — СПб.: Профессия, 2007. — 728 с.
9. Володин, В. П. Экструзия пластиковых труб и профилей [Текст] / В. П. Володин. — СПб.: Профессия, 2010. — 240 с.
10. Уилоуби, Д. Полимерные трубы и трубопроводы [Текст] / Д. Уилоуби. — СПб.: Профессия, 2010. — 485 с.
11. Robeyns, J. Molecular-oriented PVC (MOPVC) and PVC-U pipes for pressure applications in the water industry [Text] / J. Robeyns, P. Vanspeybroeck // Plastics, Rubber and Composites. — 2005. — Vol. 34, № 7. — P. 318–323. doi:10.1179/174328905x59782

РЕЛАКСАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ТРУБ ИЗ ПВХ-О НА УСТАНОВКЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ ИЗ ПВХ-О

В рамках статьи предложен способ получения труб из ПВХ-О, содержащий: устройство для протяжки труб; устройство для формирования второго наружного диаметра; устройство калибровки внешнего диаметра труб. Определено, при каких минимальных скоростях протяжки релаксация напряжений в трубе при производстве труб из ПВХ-О проходит быстрее. Определены оптимальные технологические параметры.

Ключевые слова: полимерный материал, труба из ПВХ-О, труба из ПВХ, поливинилхлорид, релаксация напряжений.

Найда Андрій Михайлович, директор, ТзОВ «Калуський трубний завод», Калуш, Україна, e-mail: zettarok@gmail.com.

Найда Андрей Михайлович, директор, ООО «Калужский трубный завод», Калуш, Украина.

Naida Andriy, LLD «Kalush pipe plant», Kalush, Ukraine, e-mail: zettarok@gmail.com